



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

OCHRANNÁ ZAŘÍZENÍ POUŽÍVANÁ VE STAVBĚ OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

SAFETY DEVICE USED IN CONSTRUCTION OF MACHINE TOOLS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAN SVOBODA

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR BLECHA, Ph.D.

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jan Svoboda

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Ochranná zařízení používaná ve stavbě obráběcích strojů

v anglickém jazyce:

Safety device used in construction of machine tools

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Student provede rešerši, popis a uspořádání ochranných bezpečnostních zařízení používaných ve stavbě obráběcích strojů. Dále připraví přehled základních výpočtů potřebných pro jejich aplikaci na stroji.

Cíle bakalářské práce:

Rešerše typů ochranných bezpečnostních zařízení používaných ve stavbě obráběcích strojů.

Popis a roztřídění typů ochranných bezpečnostních zařízení používaných u obráběcích strojů.

Vysvětlení principu funkce jednotlivých typů ochranných bezpečnostních zařízení.

Přehled základních výpočtů potřebných pro aplikaci ochranných bezpečnostních zařízení na stroji.

Seznam odborné literatury:

Marek, J. a kol.; Konstrukce CNC obráběcích strojů, 2. rozšířené vydání, ISBN 978-80-254-7980-3

Borský, V.; Obráběcí stroje, ISBN 80-214-0470-1

Borský, V.; Základy stavby obráběcích strojů, VUT Brno

www stránky výrobců ochranných zařízení

www.infozdroje.cz

www.mmspektrum.com

www.unmz.cz

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 23.11.2010

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá popisem a rozříděním pevných a pohyblivých ochranných krytů používaných ve stavbě obráběcích strojů. Dále seznamuje s aktuálními bezpečnostními normami pro konstrukci ochranných krytů a s jejich zkouškami.

KLÍČOVÁ SLOVA

Kryty obráběcích strojů, blokovací zařízení, bezpečnost

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the description and sorting of fixed and movable protective covers used in construction of machines tools. Furthermore acquaints with actual safety standards for the construction of protective covers and their tests.

KEY WORDS

Covers machine tools, safety standards, tests protective covers

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SVOBODA, J. *Ochranná zařízení používaná ve stavbě obráběcích strojů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 34 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D..

PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma ochranné kryty používané ve stavbě obráběcích strojů vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury, pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne:

.....

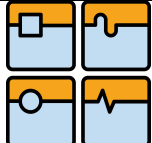
Jan Svoboda

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Petru Blechovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky při tvorbě této bakalářské práce.

Obsah

1.	Úvod.....	10
2.	Současný stav řešené problematiky	11
3.	Vnější kryty.....	12
3.1.	Opláštění strojů	12
3.2.	Posuvné kryty	13
4.	Vnitřní - pohyblivé kryty	15
4.1.	Vlastnosti, dělení a konstrukce krytů pohyblivých částí obráběcích strojů	15
4.2.	Kryty pohybující se v jedné ose	15
4.2.1.	Teleskopické kryty jednoosé	15
4.2.2.	Skládané měchy	19
4.2.3.	Rolovací krytování	21
4.2.4.	Článekové zástěny.....	23
4.2.5.	Stírací lišty	23
4.2.6.	Spirálové kryty – krytování pohybových šroubů.....	24
4.3.	Kryty pohybující se ve dvou osách (dvouosé kryty).....	26
5.	Normy.....	27
5.1.	Struktura bezpečnostních norem v oblasti strojních zařízení.....	27
5.2.	Základní normy týkající se konstruování ochranných krytů.....	27
5.3.	Skupinové bezpečnostní normy	27
5.4.	Bezpečnostní normy pro stroje	28
5.4.1.	Obráběcí centra	28
5.4.2.	Soustružnické stroje.....	28
5.4.3.	Vrtačky.....	28
5.4.4.	Frézky.....	29
5.4.5.	Brusky.....	29
6.	Zkoušky ochranných krytů	30
6.1.	Popis zkušební metody	30
6.2.	Zkušební zařízení.....	30
6.3.	Vývoj v oblasti zkoušek ochranných krytů	31
7.	Závěr	32
8.	Použitá literatura.....	33

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 10
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

1. Úvod

Základní funkcí ochranných krytů je ochránit pracovníka před odletujícími třískami, stříkání chladicí kapaliny a pohyblivými částmi stroje. Moderní ochranné kryty musí být konstrukčně řešeny tak, aby splňovaly platné normy, design i ergonomii. Z norem vyplývá, že pohyblivé části krytů musí být blokovány elektricky. [1,14]

Primárně lze ochranné kryty rozdělit na vnitřní a vnější. Vnější oddělují okolní prostředí od pracovní části, tudíž chrání pracovníky a okolí stroje, zároveň musí splňovat bezpečnostní požadavky při provozu stroje. Vnitřní oddělují pohyblivé mechanismy od pracovní části stroje, čímž zachovávají stroj nepoškozený a funkční. Tento požadavek souvisí se zachováním přesnosti, se kterou obráběcí stroj pracuje, a s životností vodicích ploch, na kterých značně závisí celková geometrická přesnost stroje. [1,14]

Při konstrukci ochranných krytů je také nutné, aby kryty nebyly přehnaně velké a nezmenšovali tím pracovní prostor, co se týče vnitřních krytů, nebo nezabíraly neúměrný prostor, co se týče vnějších krytů.

Ochranné kryty se nejčastěji zhotovují z oceli, hliníkových slitin, a jako o novém materiálu se uvažuje o polykarbonátu o tloušťce 6, 8 a 12 mm, který má sice menší pevnost v tahu oproti válcovaným plechům, avšak při větších tloušťkách až trojnásobné poměrné prodloužení při přetržení, díky čemuž dokonaleji absorbuje kinetickou energii letícího úlomku. Současně s tím je řešena i ochrana před odlétajícími třískami a řeznou kapalinou, což je důležité obzvláště při zavádění vysokorychlostního obrábění. Nelze zapomínat i na spolehlivý odsun neboli transport třísek ze stroje. [1,2]

Základní druhy nebezpečí způsobovaného obráběcími stroji [2]:

- Mechanická (stlačení, stříh, říznutí, zachycení, vtažení, poranění obsluhy)
- Elektrická (dotyk osob živých částí, dotyk osob částí, které se staly živými v důsledku závady)
- Způsobená hlukem (ztráta sluchu, ztráta rovnováhy, rušení při komunikaci)
- Způsobená materiály a látkami (vdechování škodlivých výparů kapalin, plynů, mlh a prachu)

Tyto nebezpečí je nutné posoudit a zvolit takový ochranný kryt, který bude těmto nebezpečím optimálně zamezovat. [2]

2. Současný stav řešené problematiky

V dnešní době je řada společností, které se zabývají výrobou ochranných krytů obráběcích strojů a každá společnost vyrábí specifické kryty podle požadavků zákazníků, nebo spíše podle potřeb jednotlivých strojů.

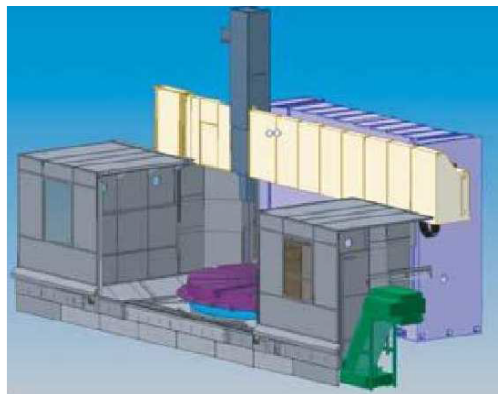
Ochranné kryty se používají jako forma krytí všech pohyblivých částí stroje, nejčastěji těchto [3]:

- vodících drah
- vřeten
- hřídelí
- sloupků

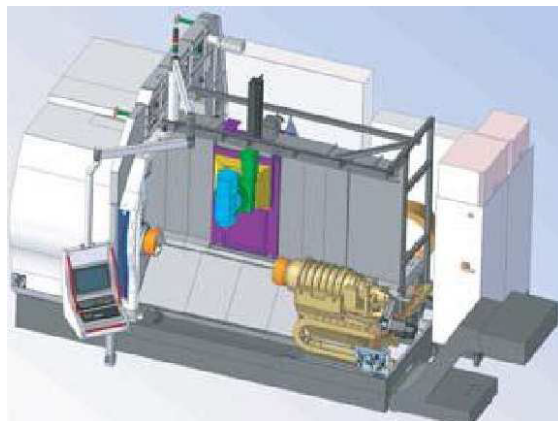
Ochranné kryty se používají z následujících důvodů [3]:

- chrání vodící plochy strojů proti třískám a řezným kapalinám
- zabraňují poškození vodících ploch strojů
- zvyšují životnost strojů
- zabraňují úrazům

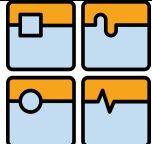
V následujících kapitolách uvedu rozdělení nejpoužívanějších ochranných krytů obráběcích strojů. Jak jsem uvedl výše, primárně lze ochranné kryty obráběcích strojů rozdělit na vnější a vnitřní.



Obr. 1. Vnější krytování [1]



Obr. 2. Vnitřní krytování [1]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 12
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

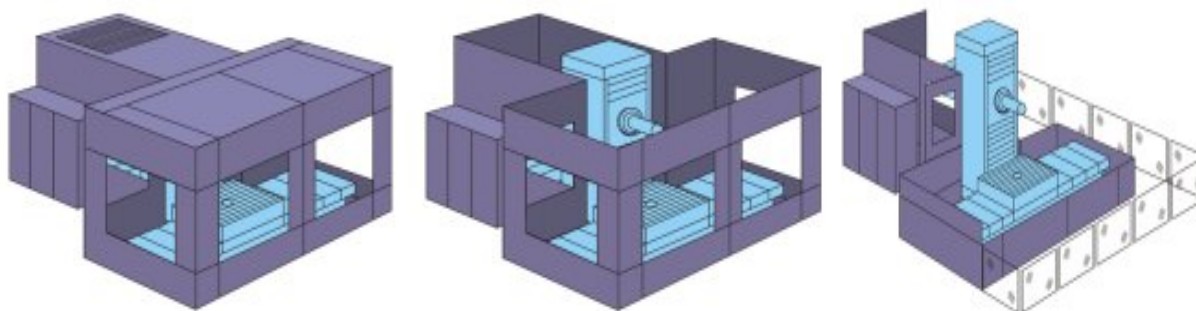
3. Vnější kryty

3.1. Opláštění strojů

Opláštění, neboli kapotáže strojů jsou vnější, pevné, nepohyblivé kryty, které chrání člověka před úrazy a zároveň tvoří celkový design stroje. Jedná se zejména o kryty pro obráběcí centra. Kapotáže zabraňují jakémukoli zásahu člověka do nebezpečného prostředí, jako jsou elektrické a pohyblivé části stroje. Pevné kryty mohou dále chránit například zásobníky nástrojů pro automatickou výměnu a jiné mechanické části stroje. [1,8]

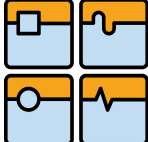
V dnešní době se u obráběcích center využívá již plného krytování (obr. 3.-a), aby bylo dosaženo maximální ochrany obsluhy. Plné krytování navíc zajišťuje i čistotu okolního prostředí, jelikož krytování celého prostoru zabraňuje kromě odlétávání třísek také šíření olejové mlhy a snižuje se tak i hladina hluku. Toto krytování je většinou sestaveno z plechových panelů. V oblasti pracovního prostoru jsou některé panely osazeny okny z průhledného materiálu. Krytování musí být opatřeno širokými posuvnými dveřmi. Je výhodou pokud dveře přecházejí i do střešní části takže umožňují bezproblémové nakládání obrobků jeřábem. [5,8]

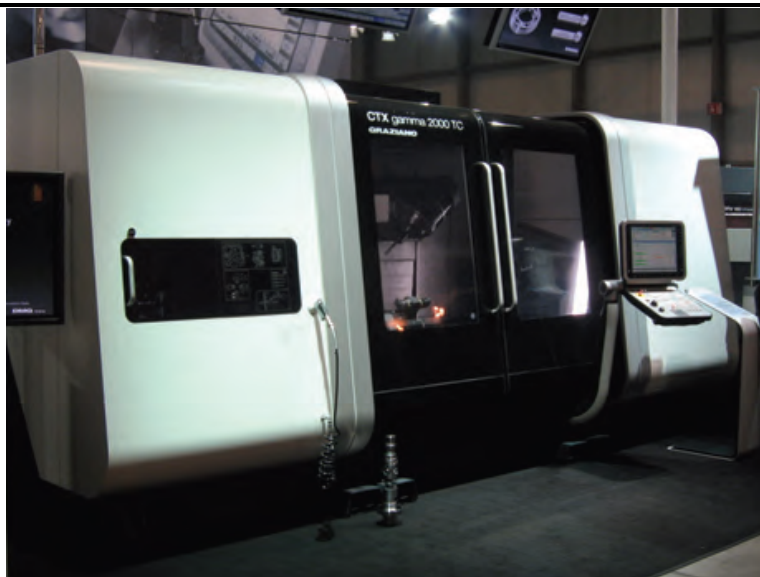
V případě obrábění větších součástí, kdy není možné zajistit plné krytování, je možné zvolit krytování snížené (obr. 3.-b). Toto krytování je konstruováno stejně jako krytování plné, ovšem bez zastřešení. Výška a vzdálenost sníženého krytování se předepisuje v závislosti na výšce nebezpečného prostoru a je dána normou ČSN EN ISO 13857. Individuální krytování je možno výjimečně použít například při požadavku na protočení velkého obrobku. [5,7]



Obr. 3. Krytování a) plné b) snížené c) individuální [5]

Aby výrobci krytů splnily novodobé trendy, cíleně uplatňují jednotný design opláštění strojů. Základní charakter strojů od firmy DMG (obr. 4) určuje kombinace rovinných ploch a výrazných zaoblení hran, doplněná dalšími nezaměnitelnými prvky. Zasklení otvorů je provedeno velkoplošnými polykarbonátovými panely lepenými do rámu krytů, přičemž části zasklení přesahující průhledové otvory jsou černěny. Celkový výraz krytů dotvářejí tvarované hliníkové profily se světelnou signalizací, obepínající hrany okolo posuvných dveří. [9]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 13
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	



Obr. 4. Obráběcí centrum CTX gamma 2000 TC [9]

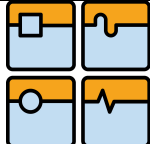


Obr. 5. Skříň obráběcího centra Mazak Hyper Variaxis 630 pojednaná jako designérský objekt [9]

3.2. Posuvné kryty

Další částí oplechování strojů jsou posuvné kryty. Tyto kryty uzavírají pracovní prostor stroje a zároveň musí být navrženy tak, aby bylo možno upnout do sklíčidla, upínacího stolu, nebo magnetického upínače největší možný obrobek, na který je stroj konstruován.

Podle velikosti stroje, nebo spíše obrobku, je nutné zajistit přístup pomocí jeřábu, případně jeřabových lan, čehož lze dosáhnout odsouváním střešních částí, nebo jejich spojením s posuvnými kryty (obr. 7). U menších strojů stačí posuvné dveře. Časté je i

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 14
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

doplnění opláštění stroje o boční dvířka (obr. 6), díky kterým je možno upnout do CNC obráběcích center obrobky značně delší, než je upínací stůl, nebo i samotný stroj. [1]

Samozřejmě i tyto vnější ochranné kryty musí stejně jako opláštění stroje zabránit odlétávání třísek, stříkání řezné kapaliny a při havárii i odletu zlomeného nástroje, případně kusu obrobku ven z pracovního prostoru. Jsou řešeny individuálně pro různé stroje, protože každý stroj má jiné nároky na upínání i provoz, nehledě na rozdílné rozměry pracovního prostoru i opláštění stroje. Posuvné kryty společně s kapotáží tvoří celkový vzhled stroje a ovlivňují jeho kompaktnost.



Obr. 6. Obráběcí centrum FERMAT VMCF-1100 CNC [10]



Obr. 7. CNC soustruh SF 43 CNC [11]

4. Vnitřní - pohyblivé kryty

4.1. Vlastnosti, dělení a konstrukce krytů pohyblivých částí obráběcích strojů

Krytování vedení obráběcích strojů se používá k zamezení vniknutí nečistot, řezné kapaliny a třísek vzniklých při obrábění a působících současně na přesné vodící plochy obráběcích strojů. Krytováním se zabrání nadměrnému opotřebení valivého nebo kluzného vedení, a tak i snížení životnosti těchto důležitých konstrukčních uzlů stroje. [12]

Přesnost obráběcích strojů značně závisí i na přesnosti a kvalitě povrchu vlastních vodících ploch stroje, a tak je pomocí krytu nepřímo chráněna i pracovní a geometrická přesnost stroje. Krytování má značný význam v bezpečnosti, protože zamezí přístupu obsluhy stroje k místům, kde by mohlo dojít k úrazům od pohyblivých částí stroje. [12]

Pohyblivé kryty můžeme dělit na [13]:

- kryty pohybující se v jedné ose
 - teleskopické kryty
 - skládané měchy
 - rolovací krytování
 - článkové zástěny
- stírací rámečky
- krytování pohybových šroubů spirálovým pružným krytem
- dvouosé kryty

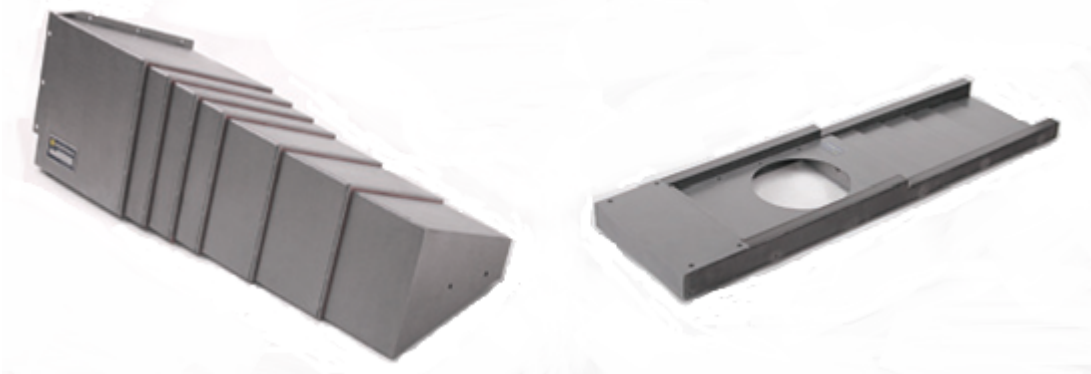
4.2. Kryty pohybující se v jedné ose

Tyto kryty chrání kluzné nebo valivé vedení obráběcího stroje. Mohou být vyrobeny z ocelových plechů, lehkých kovů, plastů, vytvrzených vláken nebo různých druhů měchů, které jsou zhotoveny z pryže nebo umělých tkanin. Tento typ krytování zabezpečuje a chrání pouze jeden směr pohybu stroje. Má-li stroj více pohyblivých os, u kterých je nutné použít krytování vedení, pak je nutné každou tuto osu opatřit svým vlastním krytem. [13]

4.2.1. Teleskopické kryty jednoosé

Teleskopické kryty jsou nejvíce rozšířenou formou krytování pohyblivých částí strojů. Mají robustní stavbu, snášející přiměřené zatížení. Hlavní nevýhodou teleskopických krytů je jejich velká hmotnost a trhavé pohyby, vznikající při pohybu dílů krytů, které na sebe vzájemně naráží. Trhavé pohyby se při nízkých posunových rychlostech tlumí samovolně vlivem třecích sil. Pro vyšší pojezdové rychlosti musí být kryty opatřeny nejrozličnějšími tlumiči nebo rozvíracím nůžkovým mechanismem, pomocí něhož jsou všechny díly krytu rozvírány rovnoměrně, čímž nedochází k jejich vzájemným střetům a následným rázům. [12]

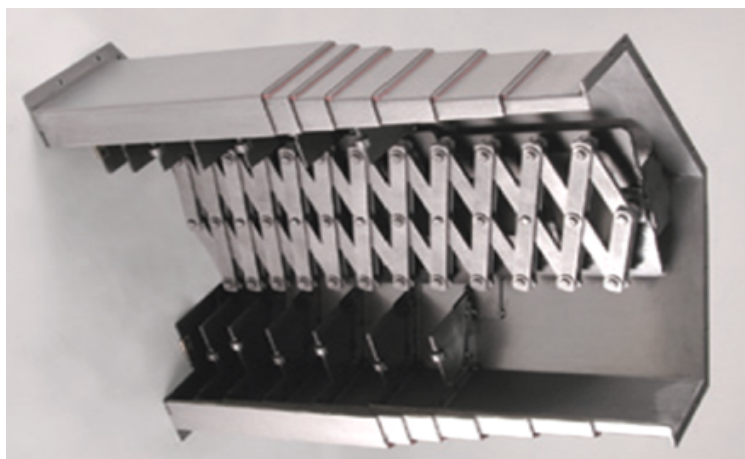
Pro tlumení nárazů jednotlivých plechových dílů teleskopických krytů se používají kladky, které jsou upevněny na ocelových ramenech opatřených pružinami. Při nárazu dochází k tlumení soustavy pohybujících se dílců, a to vlivem stlačení pružiny na konci ramene. Tento způsob se používá pro tlumení větších sil. Další možností je tlumení pomocí tlumičů vyrobených ze speciální pěnové hmoty, nazývané Celesta. Tento způsob tlumení je jednodušší a používá se pro menší nárazové síly. [12]



Obr. 8. Tvarové modifikace teleskopických ochranných krytů [15]

Teleskopický kryt je složen z několika dílů, které jsou vyrobeny nejčastěji z ocelových plechů, přičemž se také může použít jiných vhodných konstrukčních materiálů, jako jsou hliníkové plechy, tvrzené tkaniny, plasty, u nichž dochází k úspoře hmotnosti až o 70 %, ale na úkor ztráty mechanické pevnosti. Díly se po sobě posouvají při pohybu stolu nebo suportu obráběcího stroje, ke kterým jsou svými konci připevněny. Okraje jsou po obvodu u každého dílu krytu opatřeny stíracími lištami, vyrobenými z polyuretanu nebo ze syntetické pryže, která odolává řezné kapalině. Tyto stěrače mají vysokou odolnost proti abrazivnímu opotřebení a dobré kluzné vlastnosti. Stírací lišty musí zabránit tomu, aby se řezná kapalina, třísky a nečistoty nedostaly na vodící lišty nebo kuličkový šroub, kde by mohlo dojít k nadměrnému opotřebení, nebo dokonce k omezení pohybu či nežádoucímu zadření. Vzhledem k tomu, že se jedná o dílec s malou plochou průřezu a současně s velkou tvarovou složitostí, je návrh jeho profilu značně pracnou záležitostí konstrukční a posléze i výrobní. [12]

U jednoosých a dvouosých teleskopických krytů se pro plynulý a rovnoměrný chod používá nůžkového mechanismu (obr. 9). Jednotlivé díly krytu mají mezi sebou vzájemnou mechanickou vazbu pomocí nůžkového mechanismu. Rozevíráním nůžkového mechanismu dochází k tomu, že všechna jeho ramena se rozevírají současně a rovnoměrně. Při spojení všech dílů teleskopického krytu s klouby nůžkového mechanismu dojde k rovnoměrnému vysouvání všech plechů teleskopického krytu zároveň a nedochází k vzájemným nárazům těchto dílů, což redukuje rázy. [12]

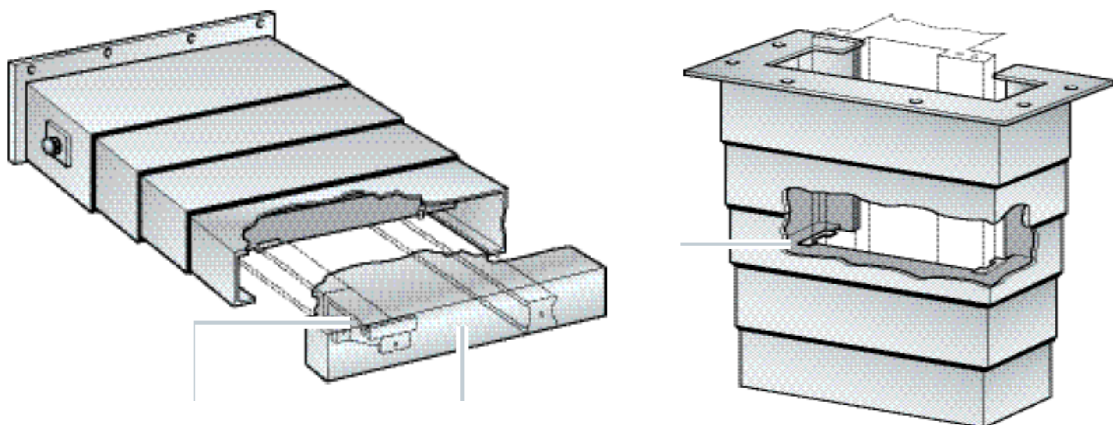


Obr. 9. Teleskopický ochranný kryt s nůžkovým mechanismem [15]

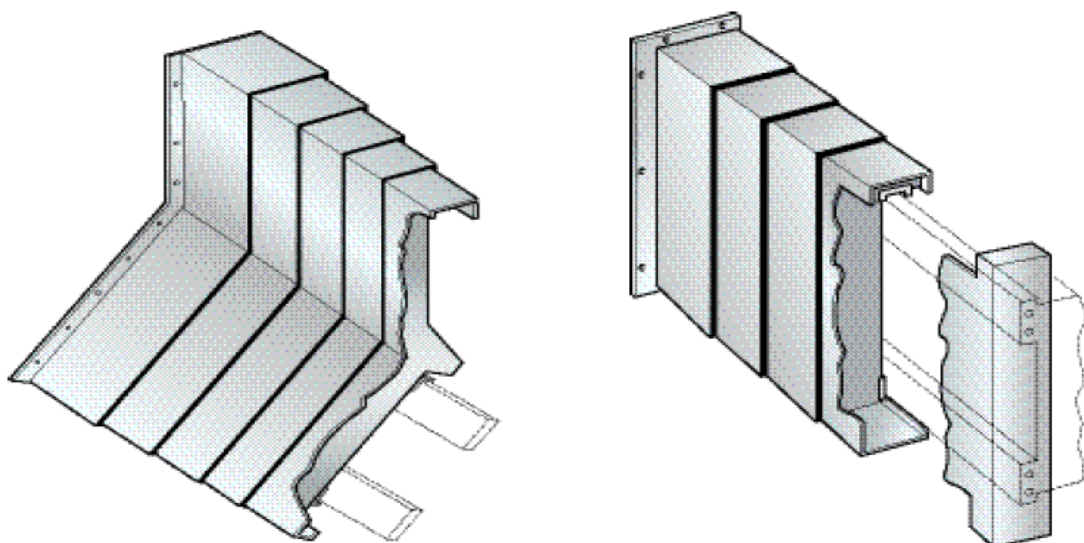
Jednoosý teleskopický kryt má na každém ze svých dílů připevněny opěrné kladičky (rolny) nebo mosazné kluzáky, pomocí nichž je kryt podepírán po celé své délce při vlastním vysouvání. Kladičky se odvalují po kluzném nebo valivém vedení stroje a jsou používány pro vyšší posuvové rychlosti. Mosazné kluzáky se smykají po vedení stroje a jsou používány pro nižší posuvové rychlosti. Používají se také kombinace kluzáku a kladiček. [12]

Z hlediska pohonu představuje teleskopické krytování další více hmotovou soustavu, která interaguje s pohyblivou i pevnou částí stroje. Kryt je také zdrojem proměnlivých pasivních odporů, na které musí regulace pohonu reagovat. Dynamické chování pohonů pohybových os lze popsat pomocí tzv. komplexních modelů, které obsahují popis mechaniky pohonu, jeho regulace a připojené struktury stroje. [14]

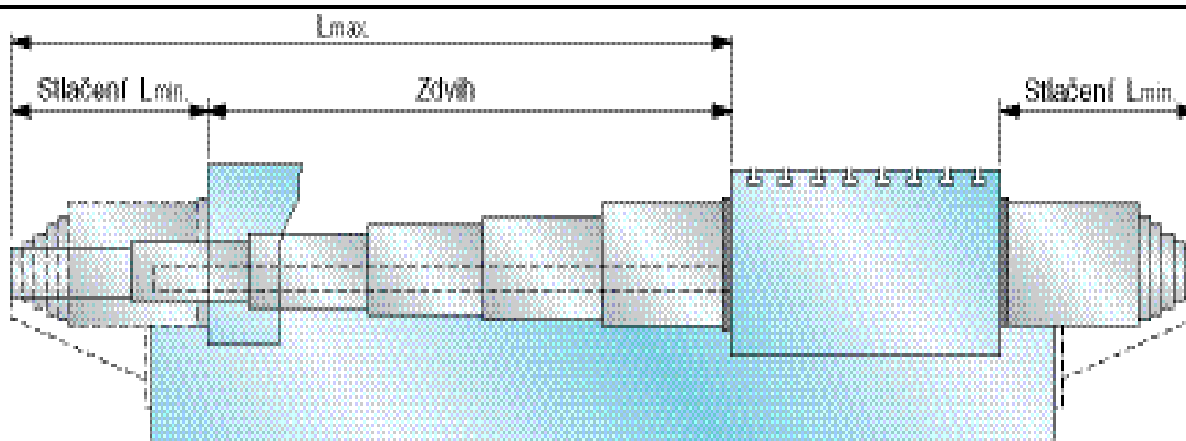
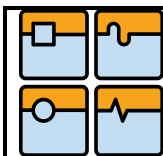
Představují tradiční formu krytí vodících drah, vřeten, hřídelí, sloupků a jiných citlivých částí obráběcích strojů. Především chrání vodící plochy strojů proti třískám a řezným kapalinám, zabraňují mechanickým poškozením vodících ploch strojů, zvyšují životnost strojů, opticky zaoblují celkový vzhled stroje a zároveň pomáhají zabraňovat úrazům. Přizpůsobují se vysokým rychlostem pojezdu. Mohou být použity při horizontálním i vertikálním posuvu, snadno se udržují a mají relativně dlouhou životnost. [17]



Obr. 10. Poloha teleskopických krytů a) horizontální b) vertikální [17]



Obr. 11. Poloha teleskopických krytů a) příčný kryt LATHE b) příčná [17]



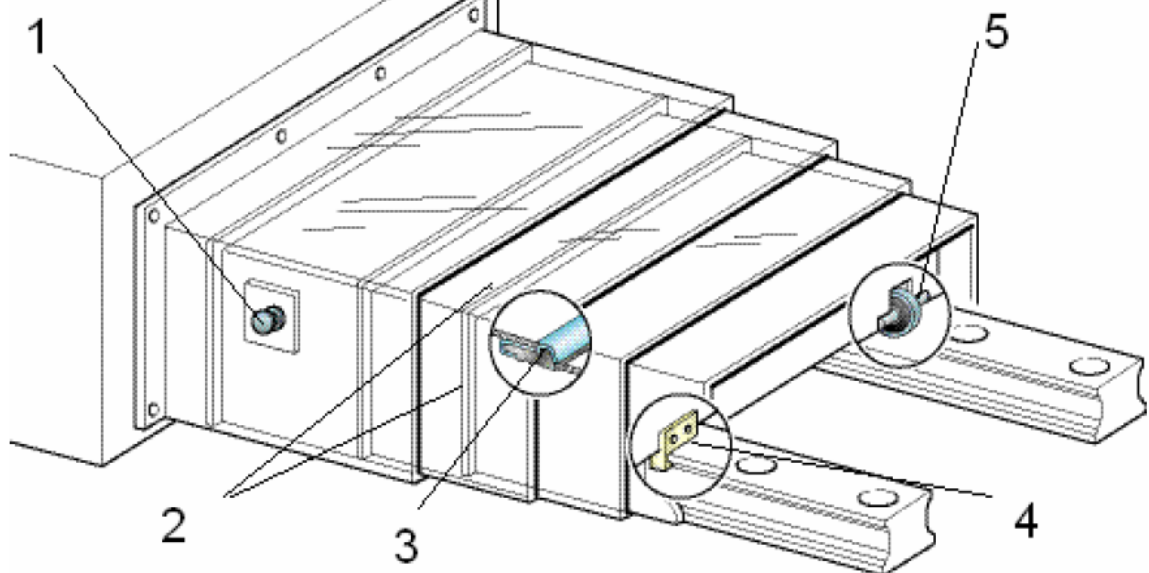
Obr. 12. Minimální a maximální délka teleskopických krytů [17]

Inovace v konstrukci teleskopických krytů

Podstatnou nevýhodou použití plechů při konstrukci krytů je jejich ohybová poddajnost. Italská firma LA protec začala používat ke konstrukci teleskopických krytů ocelové sendvičové materiály s voštinovým jádrem. Aby byl kryt dostatečně tuhý, je nutné volit polotovar tloušťky 1,5 až 3 mm, což zvyšuje hmotnost a tím setrvačné hmoty krytu. Zvýšení tuhosti a únosnosti při současném snížení hmotnosti bylo dosaženo použitím ocelového sendvičového materiálu s voštinovým jádrem. Plášť sendviče i voštiny jsou tvořeny plechy tloušťky 0,5 mm. Celková tloušťka sendviče je 4-5 mm. Tento typ krytování je ve fázi vývoje. Prozatím je možné nalézt 3 firmy nabízející ocelové voštiny, ale žádná nenabízí velikost buněk menší než 10 mm. [9]



Obr. 13. Ocelové voštinové jádro [9]



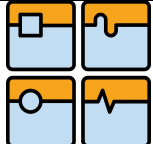
Obr. 14. Těžký teleskopický kryt [17]

Popis obrázku 14 - těžký teleskopický kryt [17]:

- 1 - Manipulační úchyty - s ohledem na použitý materiál a rozměry krytu mohou kryty dosahovat hmotnosti několika set kilogramů. Při montáži je proto nutné použít zdvihací techniku. Přidávají se u horizontálních krytů při hmotnosti nad 110kg a nad 70kg u vertikálních nebo lomených krytů.
- 2 - Tlumiče nárazu - umožňují práci ve vyšších rychlostech, než jakých je možno dosáhnout bez nich, zároveň snižují hladinu hluku a opotřebení (snižují nárazy mezi jednotlivými díly při pohybu). Tlumiče nejsou nutné, pokud je kryt vybavený nůžkovým systémem, který zajistí rovnoměrný chod všech částí.
- 3 - Stěrače - pomáhají udržet povrch čistý a pomáhají předcházet tomu, aby se třísky dostaly do zakrytovaného prostoru. Zde je odolnost proti žhavým třískám a chladícím kapalinám značně důležitá. Jsou tedy většinou vyrobeny z polyuretanu s (nebo bez) ochrannou z nerezové oceli proti žhavým třískám.
- 4 - Mosazná nebo nekovová vodítka proti tření - pomáhají nést hmotnost krytu po lineárním pojezdu a zamezují jeho vybočení do stran.
- 5 - Ložiska - pro hladký a tichý chod. Používají se při vysokých rychlostech, nebo hmotnostech. Teleskopické ocelové kryty s ložisky vyžadují temperovaná, nebo pomocná vodítka.

4.2.2. Skládané měchy

Tento typ krytování je pro svoji nepatrnou hmotnost vhodný pro obzvlášť vysoké posuvové rychlosti a zrychlení pohyblivých částí stroje. Tvarem toto krytování připomíná tahací harmoniku. Vyrábí se z vícevrstvých umělých tkanin nebo pryže. Materiál používaný pro výrobu musí vydržet tepelné zatížení, pro které se bude měch používat. Maximální

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 20
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

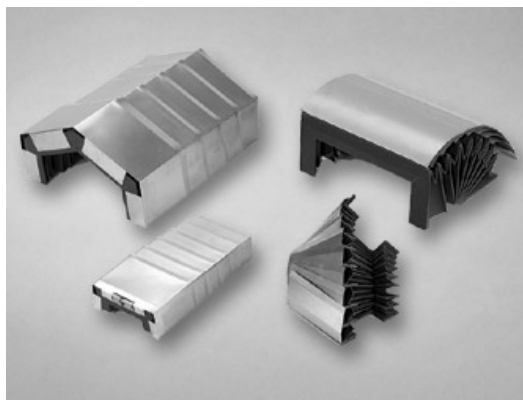
krátkodobé tepelné zatížení některých krytů je až do 1000 °C. Obvykle používaným materiálem jsou kevlarová vlákna. Toto tepelné zatížení se může vyskytovat u strojů pracujících s laserovým paprskem nebo s plazma paprsky. [18,12]

Měchy jsou vybaveny nosnými rámečky z PVC, které slouží pro udržení krytu ve stále rovnoměrném a pevném tvaru. Rámečky jsou připevněny mezi švy vždy ke každému spoji. Svoji vnitřní plochou se rámečky pohybují po vedení stroje. [12]

Převážně se vyrábí tři základní profily měchů: tvar žaluziový, U-profil a profil uzavřený. Méně často se vyrábí i jiné profily měchů, například profil střešového tvaru, který se používá pro snadné stékání rezné kapaliny z povrchu měchu. Pro zvýšení tepelné odolnosti měchů se někdy používají krycí šupiny z lehkých kovů nebo z nerezového plechu. Jsou připevněny na hřbetní stranu měchu, ke každému švu zvlášť. Žhavé třísky, které by mohly zapříčinit propálení měchu, jsou tak od něj odděleny pomocí plechů. [12]

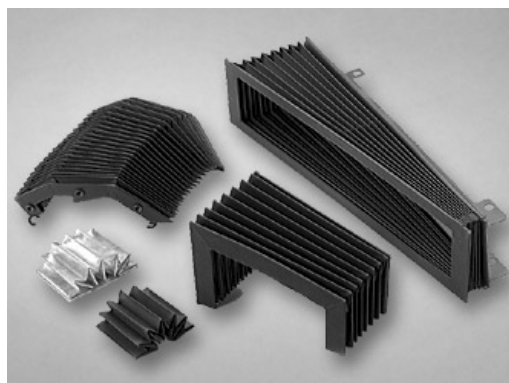
Zakončení měchu a jeho spojení s pevnou a posuvnou částí stroje je realizováno pomocí koncových přírub, jimiž jsou měchy opatřeny. Tyto příruby jsou buď z plechu, nebo z plastu a ke stroji se připevňují pomocí šroubů. Montáž měchu na vedení stroje je velmi snadná. U uzavřených profilů se pro zjednodušenou montáž někdy používá suchého zipu, který se zapne po nasazení krytu. [12]

Pro ochranu válcových (tyčových) částí stroje se používají uzavřené kruhové nebo úhelníkové skládané měchy. Tento druh měchů se také používá pro krytování kuličkových šroubů, například u strojů s paralelním uspořádáním kinematické struktury. [12]

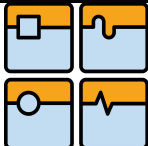


Obr. 15. *Elastické skládané měchy s lamelami [16]*

Elastický měch lze vybavit ochrannými lamelami různých tvarů po jedné či více stranách měchu. Měch se pak stane vysoce odolným vůči žhavým třískám (obr. 15). [16]



Obr. 16. *Elastické skládané měchy [16]*

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 21
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Elastické skládané měchy šité či tepelně svařované provedení, vyztužené PVC rámem, možnost uchycení našroubováním, pomocí suchého zipu, nebo pomocí druků (obr. 16). [16]



Obr. 17. Laminátové skládané měchy [16]

Laminátové skládané měchy se nejčastěji používají k ochraně vřeten, sloupů a hřídelů (obr. 17). [16]



Obr. 18. Speciální skládané měchy [16]

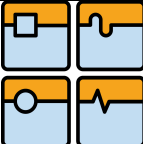
Speciální krycí měchy se vyrábí jako obšíváné měchy, měchy z měkčeného PVC, měchy z gumových mezikruží nebo z pogumovaného tkaniva (obr. 18). [16]

4.2.3. Rolovací krytování

Rolovací krytování má stejně jako skládané měchy nízkou hmotnost, a lze je tedy použít u obráběcích strojů, které pracují s vyššími rychlostmi a zrychleními. Pás rolety se vyrábí z vícevrstvé syntetické tkaniny a pryže nebo z tenkého pružného plechu. Nevýhodou tohoto krytu je nízká odolnost vůči vnějšímu zatížení anebo poškození od žhavých třísek. Umístění rolovacího krytování je tedy z těchto důvodů převážně ve svislé poloze, kde nemůže být kryt tolik ohrožen vnějším zatížením například od hmotnosti třísek. [18]

Toto krytování se skládá z bubnu, na němž je navinut pás. Volný konec pásu je připevněn k pohyblivé části stroje a pás je tak odvíjen podle toho, s jakým zdvihem pojíždí pohyblivá část stroje (nebo naopak). Zpětné navinutí pásu na buben je zajištěno pomocí pružiny, která se napíná při odvíjení pásu vně bubnu. [12]

Dalším typem rolovacího krytování je krytování pomocí pásu z tkaniny, na které jsou připevněny ocelové nebo mosazné lišty. Tento typ rolovacího krytování je mnohem robustnější a pevnější, než jsou kryty z ocelového svinovacího pásu nebo z teleskopicky

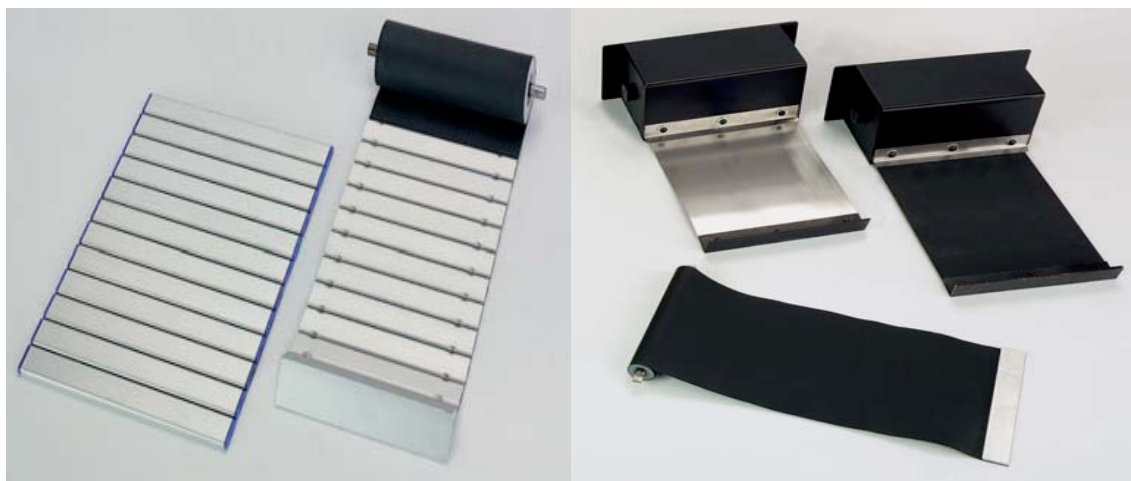
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 22
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

uspořádaných ocelových plechů. Nelze jej však použít pro vyšší posuvové rychlosti. Jeden konec pásu je připevněn pomocí šroubů k pohyblivé části stroje a druhý konec je volně spuštěn k zemi nebo se navíjí na buben. [12]

V současnosti se vyrábí mnoho různých variant tohoto krytování a používají se převážně hliníkové tvarované lišty, které jsou mezi sebou spojeny pomocí kloubů nebo pryžových článků. [12]

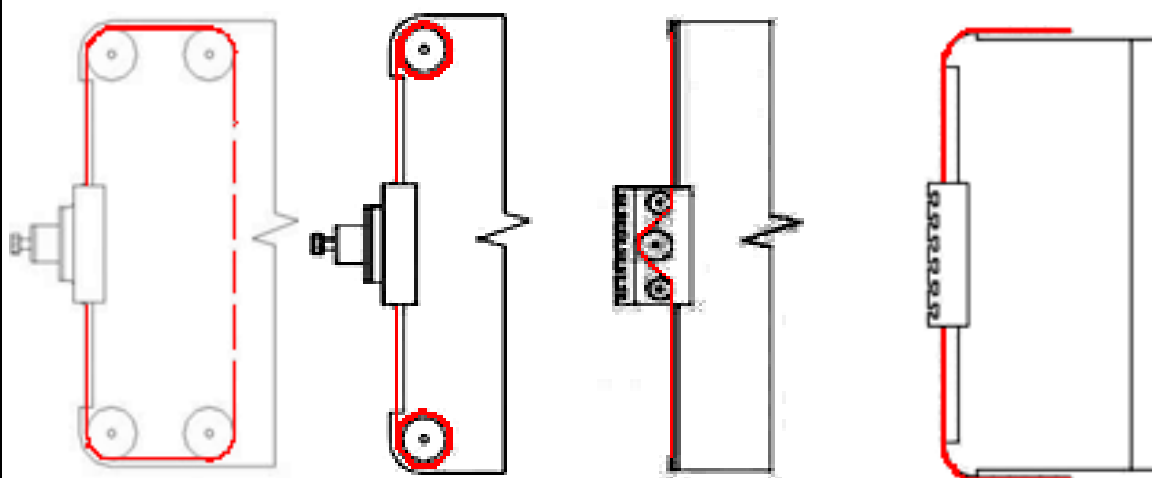
Při volbě a upevňování roletových krytů musí být brána v úvahu pojezdová rychlost, plánovaný celkový počet zdvihů, životnost, pozice upevnění a směr toku třísek. [6]

K povrchu rolety u rolovacího krytování je také možno připevnit kovové lišty, které zajistí větší odolnost vůči vnějším silám. Toto opatření však snižuje použití rolovacího krytu pro vyšší posuvové rychlosti. [18]



Obr. 19. Roletové kryty [6]

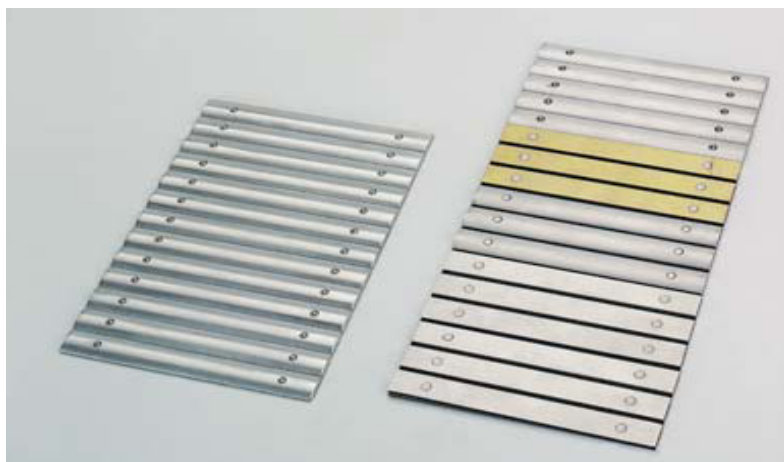
uzavřený systém navijákový systém systém s pevnými a volnými konci



Obr. 20. Možné upevnění roletových krytů [18]

4.2.4. Článekové zástěny

Článekové zástěny se používají k čelní ochraně proti malému množství třísek a chladicí kapaliny. Díky své jednoduchosti nabízí dobrou pohyblivost, snadnou montáž a nevyžadují mnoho prostoru. Ve většině případů se článekové zástěny používají jako ochranný závěs. Upevnění je řešeno pomocí kovových lišt nebo kovových úhlů, které jsou našroubovány na konec zástěny. Tvar lišty a způsob upevnění se volí podle potřeby. Pro náročná řešení se kombinují článekové zástěny s roletovým systémem. Vznikne tak obdoba k standardnímu roletovému systému s plastovým pásem. [20]



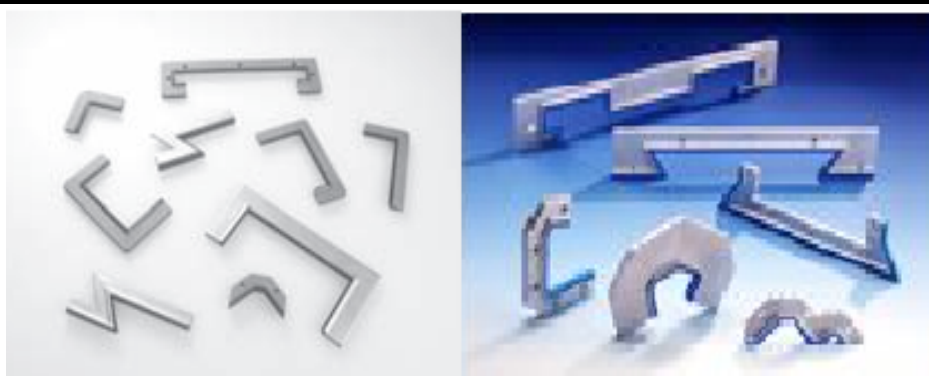
Obr. 21. Článekové zástěny [6]

4.2.5. Stírací lišty

Používají se pro stírání ploch vedení obráběcích strojů, přičemž zamezují vniknutí nečistot mezi vodící plochy. Starší stírací lišty se vyráběly s plstěnými nebo pryžovými stěrači. Dnešní moderní stírací lišty jsou konstruovány podle tvaru kluzných nebo valivých vedení (obr. 23). Stírací lišta se skládá z nosného kovového rámečku, na němž je navulkanizován pryžový stěrač (obr. 22). Rámečky mohou být buď otevřené, nebo uzavřené a tvarem přesně kopírují vedení obráběcího stroje. Rámeček má na své čelní ploše otvory, pomocí nichž se připevní k pohyblivé části stroje. Většina pryžových stěračů má omezenou odolnost proti agresivním látkám, tedy proti kyselému nebo zásaditému prostředí a minerálním olejům, což musí být bráno v potaz při volbě chladicí kapaliny. [12,22]



Obr. 22. Detail stíracího rámečku [6]



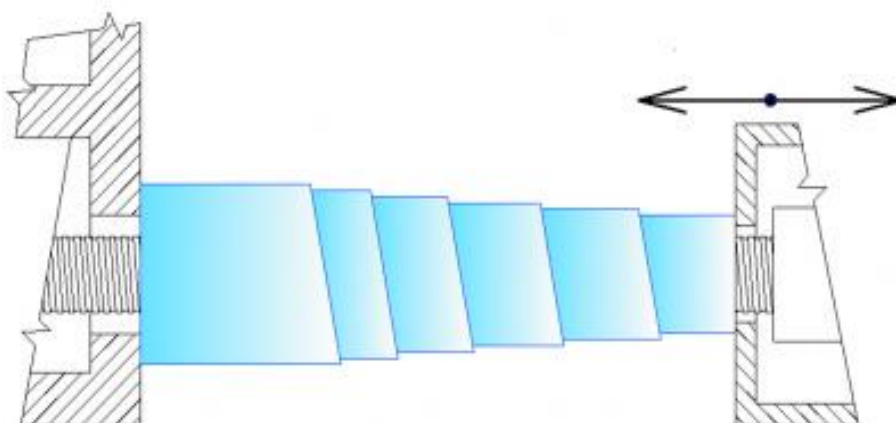
Obr. 23. Tvarové modifikace stíracích rámečků [21,19]

4.2.6. Spirálové kryty – krytování pohybových šroubů

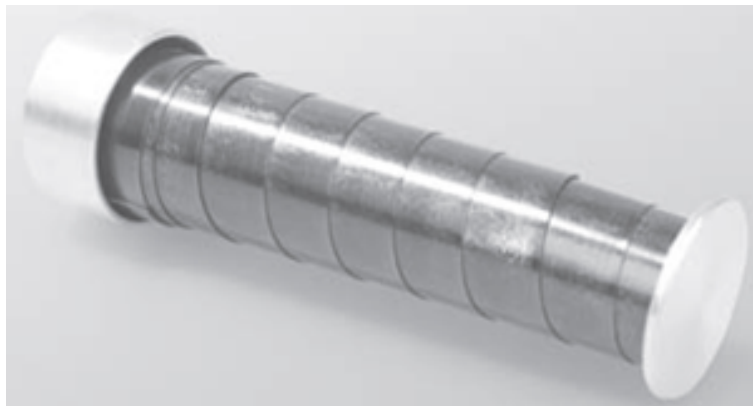
Krytování pomocí spirálového krytu-pružiny se používá pro ochranu pohybových šroubů a jiných tyčovitých částí obráběcího stroje. Poskytuje kvalitní ochranu vůči trvalému vystavení vlivu řezné kapaliny nebo jiných chemikálií a třískám. Má také vysokou odolnost proti tepelnému zatížení. Dobré provozní podmínky jsou dosahovány při občasném namazání kluzných ploch olejem. Toto krytování se vyrábí z pásů pérové oceli o velké tvrdosti a mezi kluzu. Okraje pásů jsou zaobleny pro snadné posouvání. [12,18]

Tvrdost pásů, ze kterých se tyto kryty vyrábí, je od 55 do 58 stupňů Rockwella a mez pevnosti až 1800 MPa. Tloušťka pásů bývá od 0,2 do 1 mm pro standardní provedení. Pro kryty trvale vystavené průtoku řezné kapaliny se mohou použít nerezové pásy, avšak ty nemají tak velkou pružnost, a proto je nelze použít pro všechny požadované rozměry. [12]

Standardní provedení spirálového krytu je pro posuvové rychlosti do $40 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$, při použití nadstandardních úprav je možné tyto kryty použít až do dvojnásobných rychlostí. [12] [[Toto krytování lze také použít pro stroje s paralelním uspořádáním. [12]



Obr. 24. Použití spirálového pružného krytu u pohybového šroubu [18]



Obr. 25. Ocelový teleskopický kryt [21]

Spirálové kryty se nejčastěji používají k ochraně [21]:

- kuličkového šroubu
- hřídelí
- hydraulických ale i pneumatických zdvihů
- vodících tyčí
- tlumičů

Vertikální poloha

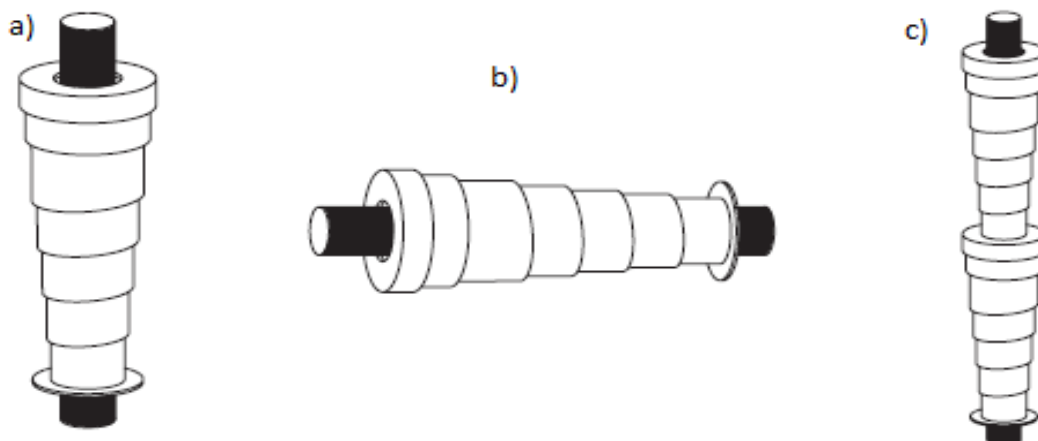
Při vertikální aplikaci (obr. 25 - a) je doporučeno spirálové kryty instalovat větším průměrem v horní části pojezdu. V této poloze překrytí jednotlivých závitů napomáhá správné funkci krytu samočisticí efekt. [21]

Horizontální poloha

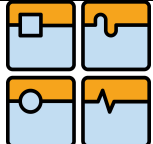
Při horizontální aplikaci (obr. 25 - b) se spirálové kryty instalují větším průměrem k místu generace třísek. Pro kryty s většími průměry nebo většími pracovními zdvihy je maximální roztah krytu snížen na 60 % zdvihu při vertikální poloze. [21]

Instalace vertikálních krytů do série

Dlouhé zdvihy mohou být zakryty zařazením více spirálových krytů do série (obr. 25 - c). Pro tyto případy je vhodné použít spirálové kryty se speciálními přírubami, které zajistí snadnou montáž, bezchybný a bezpečný chod této sestavy. [21]



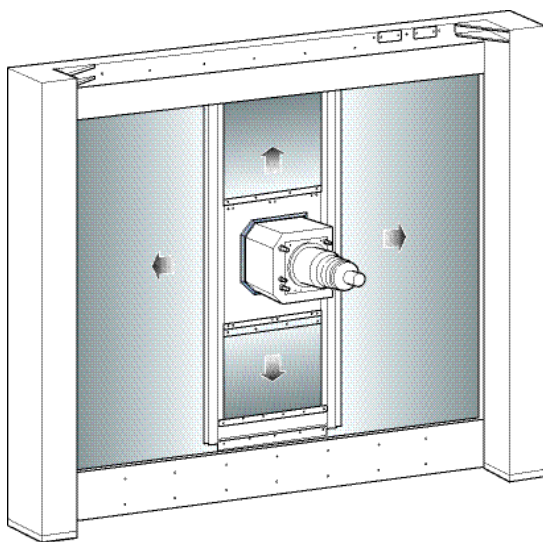
Obr. 26. Možné polohy upevnění teleskopických krytů: a) vertikální, b) horizontální, c) vertikální kryty zapojené do série [21]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 26
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

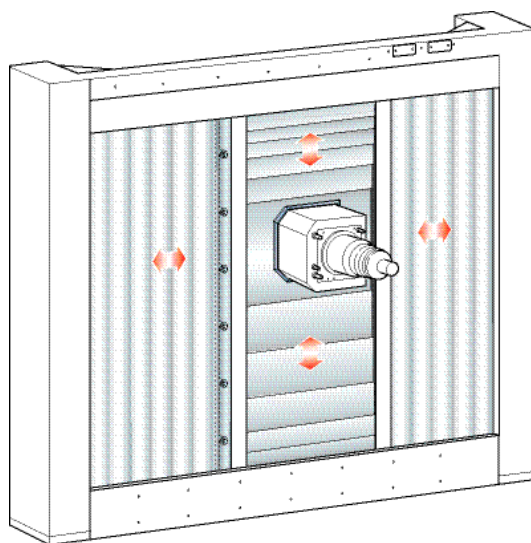
4.3. Kryty pohybující se ve dvou osách (dvouosé kryty)

Tento typ krytování chrání vedení obráběcího stroje ve dvou osách zároveň. Konstrukce dvouosého krytu je složitější než u krytů jednoosých. Z tohoto důvodu není ani použití dvouosého deskového krytu příliš časté. Jejich použití má význam převážně u strojů s paralelní kinematikou a nabízí účinné řešení pro obráběcí centra, je-li omezen pracovní prostor u oblasti motoru. Ochranná stěna krytu obklopuje a izoluje stroj, přesto zároveň dovoluje pohyb vřetene do všech směrů. [6,13]

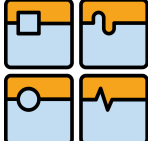
Pro výrobu se používá ocelových plechů, které jsou po obvodě vyztuženy plechovým rámem, spojených pomocí nůžkového mechanismu se širokými rameny, nebo kombinace ocelových plechů s pryžovými nebo ocelovými pásy (obr. 27), případně ocelové pláty na textilním pásu (obr 28). [13,17]



Obr. 27. X-Y krycí systém 4R [17]



Obr. 28. Roletové kryty X-Y krycí systémy SP-SB [17]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 27
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

5. Normy

5.1. Struktura bezpečnostních norem v oblasti strojních zařízení

- normy typu A (základní normy), uvádějí základní pojmy, zásady pro konstrukci a všeobecná hlediska, která mohou být aplikována na všechna strojní zařízení;
- normy typu B (skupinové bezpečnostní normy), zabývající se jedním bezpečnostním hlediskem nebo jedním typem bezpečnostních zařízení, které může být použito pro větší počet strojních zařízení; Normy B1- se týkají jednotlivých bezpečnostních hledisek, B2 bezpečnostních zařízení;
- normy typu C (bezpečnostní normy pro stroje), určují detailní bezpečnostní požadavky, pro jednotlivý stroj, nebo typ stroje.

5.2. Základní normy týkající se konstruování ochranných krytů

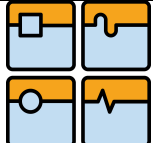
Normy ČSN EN ISO 12100 - 1 Bezpečnost strojních zařízení – základní pojmy a všeobecné zásady pro konstrukci – část 1: základní terminologie, metodologie a ČSN EN ISO 12100 - 2 Bezpečnost strojních zařízení – základní pojmy a všeobecné zásady pro konstrukci – část 2: technické zásady, uvádí, že ochranné kryty a ochranné zařízení musí být používána k ochraně osob, pokud zabudovaným konstrukčním bezpečnostním opatřením nebylo možné ani odstranit nebezpečí, ani dostatečně snížit rizika. Dále musí být konstruovány tak, aby byly vhodné pro předpokládané používání s přihlédnutím k existujícím mechanickým a jiným nebezpečím. Musí být kompatibilní s pracovním prostředím stroje a musí být konstruovány tak, že je nelze snadno vyřadit z činnosti. [23,24]

Dále říkají, že ochranné kryty a ochranná zařízení stroje musí mít pevnou konstrukci, nesmí vytvářet žádné další nebezpečí, nesmí být snadné je obcházet nebo vyřadit z ochranné funkce, musí být umístěny v dostatečné vzdálenosti od nebezpečného prostoru (viz ISO 13855 a ISO 13857), musí minimálně omezovat sledování výrobního procesu a musí umožňovat nutné práce prováděné při instalaci a výměně nástrojů a rovněž při údržbě, a to umožněním přístupu pouze do prostoru pracovní činnosti a dále formuluje požadavky na pevné a pohyblivé ochranné kryty. Tyto dvě normy budou 1. 7. 2011 nahrazeny normou ČSN EN ISO 12100 Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika. [23,24]

ČSN EN ISO 14121-1 (83 3010) Bezpečnost strojních zařízení – Posouzení rizika – Část 1: Zásady – norma je typu A, jejím účelem je popsat zásady pro shodný systematický postup pro posouzení rizika a uvádí návod pro rozhodnutí, která se týkají konstrukce strojního zařízení. [25]

5.3. Skupinové bezpečnostní normy

Další důležitá norma ČSN EN 953+A1 Bezpečnost strojních zařízení – Ochranné kryty – Všeobecné požadavky pro konstrukci a výrobu pevných a pohyblivých ochranných krytů. Tato evropská norma specifikuje všeobecné zásady pro konstrukci a výrobu pevných a pohyblivých ochranných krytů. Stanovuje ochranný kryt jako fyzickou bariéru, konstruovanou jako část stroje, k poskytnutí ochrany. Dále specifikuje další termíny jako pevný ochranný

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 28
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

kryt, zcela uzavřený ochranný kryt, pohyblivý kryt, samočinně se zavírající, silově ovládaný a další. [26]

Dále vymezuje základní požadavky pro konstrukci a výrobu ochranných krytů, jako je přístup do nebezpečných prostorů, zachycení odletujících částí, zachycení nebezpečných látek a jiné. Toto zahrnuje i bezpečné vzdálenosti. Ochranné kryty, určené pro zamezení přístupu k nebezpečným prostorům, musí být konstruovány, vyrobeny a umístěny tak, aby zamezily dosahu jakékoli části lidského těla do nebezpečného prostoru. Pohyblivé ochranné kryty, pokud možno, musí být konstruovány a umístěny tak, aby při běžném provozu bylo zamezeno jejich uzavření v případě, že se uvnitř pracovního prostoru nacházejí osoby. Tam kde to není proveditelné, musí být použity jiné prostředky, které zajistí detekci osob uvnitř nebezpečného prostoru. Musí být konstruovány tak, aby braly v úvahu, tak jak je to jen možné, všechny možnosti předpokládaného používání a přiměřené předvídatelné nesprávné použití. Dále poskytuje návod na volbu typů ochranných krytů. [26]

5.4. Bezpečnostní normy pro stroje

V každé normě jsou identifikována a popsána různá nebezpečí pro příslušný druh stroje, stanoveny bezpečnostní požadavky včetně ochranných opatření a způsoby jejich ověřování.

5.4.1. Obráběcí centra

Zpřesněné bezpečnostní požadavky se týkají především obráběcích strojů automaticky řízených včetně obráběcích center, u nichž probíhá automatická výměna nástrojů, obrobků, a operátor musí zasahovat do nebezpečného pracovního prostoru v případě seřizování, při odstraňování poruchy, nebo ověřování automatického cyklu krok po kroku. Nelze vyloučit ani neočekávané pohyby stroje při selhání řídicího systému. Normy navíc stanoví podrobné požadavky na ochranné opatření, zamezující vymrštění uvolněných obrobků nebo odletujících poškozených nástrojů. Tímto se zabývá norma ČSN EN 12417+A2 Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Obráběcí centra. [2,31]

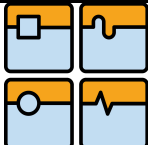
5.4.2. Soustružnické stroje

Problematické bezpečnosti práce u soustružnických strojů se věnuje norma ČSN EN ISO 23125 – Obráběcí stroje – Bezpečnost – Soustruhy.

Některé normy, např. ČSN EN ISO 23125, uvádějí v normativní příloze metodiku zkoušek ochranných krytů nárazem, popisují zkušební zařízení (vstřelovací zařízení, hmotnost, tvar a rychlost projektilu) a materiál včetně rozměrů zkoušeného vzorku. [28]

5.4.3. Vrtačky

Trvalým zdrojem nebezpečí jsou volně přístupná vřetena vrtaček včetně upínacího zařízení a nástrojů. Jako ochranu před případným zachycením požaduje ČSN EN 12717 ochranné kryty, které obklopují konec vřetena vrtačky, upínače nástrojů a nástroje tak, aby zabráňovaly přístupu rukou zepředu a z obou stran alespoň v době, kdy je vřeteno ve své horní poloze. Z tohoto požadavky pak vyplývá, že příslušný kryt měl by být výškově stavitelný (vzhledem k různé délce používaných nástrojů) a také odklopný, aby umožňoval ruční výměnu nástrojů. [29,31]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 29
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

5.4.4. Frézky

Požadavky evropské normy pro frézky byly zapracovány do ČSN EN 13128+A2 – Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Frézky (včetně vyvrtávaček). Norma se vztahuje nejen na frézky, ale i na vyvrtávačky, mezi které zařadila i vodorovné vyvrtávačky – horizontky. [27,31]

5.4.5. Brusky

Bezpečnostní předpisy pro brusky patřily u nás, v evropských státech i v USA vždy k nejobsažnějším, protože roztržený brousící kotouč představuje průkazně největší možné ohrožení zdraví i života brusiče. S vývojem technologie broušení, se zvýšenými řeznými rychlostmi a rozměry kotoučů toto nebezpečí rapidně narůstalo a při haváriích byli ohrožováni i okolní pracovníci a vznikaly hmotné škody. Bezpečnostně-technické požadavky evropské normy uvádí ČSN EN 13218+A1 – Obráběcí a tvářecí stroje – Bezpečnost – Pevně umístěné brusky. Tloušťky stěn ochranných krytů jsou též uváděny v závislosti na volbě použitého materiálu – litá ocel, tvárná litina, hliníkové slitiny a nově i polykarbonát. U stolních a stojanových brusek navržených pro rychlosti větší než 50 m/s se požaduje ještě jeden ochranný kryt uvnitř dosavadního krytu, jakési vnitřní přídavné otočné ochranné zařízení, které v případě prasknutí brousícího kotouče zcela uzavře kotouč, a to účinkem úlomků kotouče za pomoci unášecích žeber. Obecně se požaduje řešení ochrany proti odletujícím částicím z pracovního prostoru. Je definována rozptylová oblast, připevnění průhledových clon, jejich rozměry a stanoveny podklady pro ověření jejich pevnosti. U ochranných krytů brousících nástrojů brousících obvodem stanovuje tvary krytů a úhly otevření brousících nástrojů. [30,31]

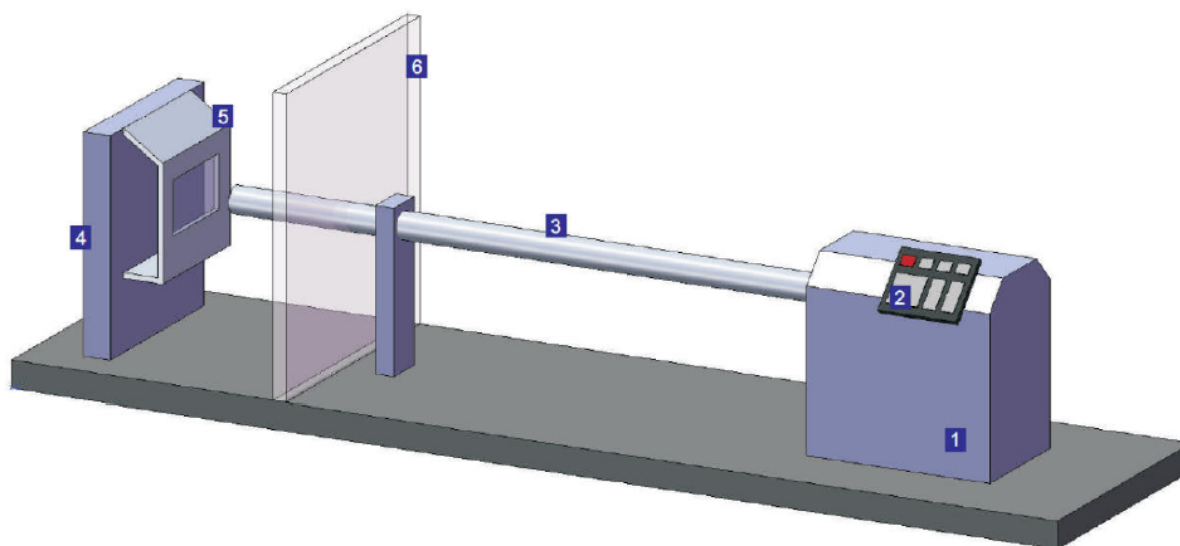
6. Zkoušky ochranných krytů

6.1. Popis zkušební metody

Pro zkoušení ochranných krytů, materiálů krytů a materiálů průzorů se používá metoda zkoušky nárazem. Jedná se o zkoušku simulující případ havárie, kdy se vymrští obrobek, poškozený nástroj, či jiný předmět do ochranného krytu stroje. Zkouška spočívá ve vystřelení ocelového projektilu s danými parametry, kolmo na zkoušený předmět. Zkoušený kryt, nebo jeho část musí být na zkušební stroji upevněn stejně, jako bude upevněn na obráběcím stroji. Projektil musí být vystřelen do nejméně odolného místa krytu. Nejslabším místem krytu zpravidla bývá průhledový panel. V takovém případě je projektil vystřelen do středu tohoto panelu. [2,27,28]

6.2. Zkušební zařízení

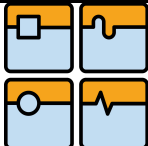
Zkušební zařízení pro zkoušky ochranných krytů (obr. 29) je tvořeno zásobníkem stlačeného vzduchu, hlavní, a ovládacího panelu. Při zkoušce se do hlavní umístí válcový projektil a před hlavěň testovaný kryt. Obsluha uvede zařízení do chodu pomocí ovládacího panelu, čímž se uvolní stlačený vzduch, a vystřelí ocelový projektil na zkoušený ochranný kryt. Rychlost vystřeleného projektilu musí být měřena v místě, kde projektil nezrychluje (opuštění hlavní, nebo po uvolnění tlaku). K měření rychlosti vystřeleného projektilu se používají většinou bezdotykové snímače rychlosti, fotoelektrické buňky, nebo jiné ekvivalentní zařízení. [28]



Obr. 29. Zkušební stolice [28]

Popis obrázku č 29 – Zkušební stolice [28]:

- 1 - zásobník se stlačeným vzduchem,
- 2 - ovládací panel,
- 3 - hlavěň,
- 4 - rám pro uchycení krytu,
- 5 - zkoušený kryt,
- 6 - ochranný kryt zajišťující bezpečnost obsluhy

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 31
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

6.3. Vývoj v oblasti zkoušek ochranných krytů

Kryty pohybových os obráběcích strojů jsou součástí obráběcího stroje, která do určité míry ovlivňuje spolehlivou funkci celého stroje. V návaznosti na zlepšování parametrů moderních obráběcích strojů je nutno inovovat a vyvíjet i kryty jejich pohybových os tak, aby dostačovaly potřebám moderních strojů a nelimitovaly jejich provozní možnosti. [22]

Ve firmě Hestego Vyškov od roku 2007 ve spolupráci s ČVUT v Praze, konkrétně s Výzkumným centrem pro strojírenskou výrobní techniku a technologii, a za finanční podpory Ministerstva průmyslu a obchodu ČR probíhá intenzivní vývoj v oblasti komponent krytů i celých sestav krytů s cílem posunout možnosti krytování směrem k lepším technickým parametrům a vyšší spolehlivosti. [22]

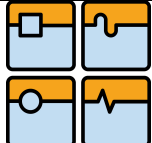
Vysokou kvalitu vyrobených krytů je nutné garantovat díky přísné výstupní kontrole a testům. Aby bylo možné chování každého jednotlivého krytu spolehlivě automaticky ověřit, je nutno definovat a kvantifikovat provozní parametry krytu. K tomuto účelu byla upravena klasická stanice pro zkoušení teleskopických krytů ve firmě Hestego. Tato modernizovaná stanice je schopná automaticky měřit odporové síly a vibrace do rámu stroje, které kryt způsobuje. Hlavním bodem přestavby byla výměna pohonu pětimetrové pohybové osy. Původní pohon ozubeným řemenem nevyhovoval svými výkonovými parametry. Navíc byl sám zdrojem vibrací z důvodu poddajnosti hnacího řemenu. Nahrazen byl kompaktní osou s lineárním motorem, brzdou a inkrementálním odměřováním. Součástí diagnostického systému je také jednotka s akcelerometry pro snímání vibrací, vyvinutá na ČVUT. [22]



Obr. 30. Zkušební stolice od firmy HESTEGO [22]

V současné době jsou nejvíce používaným materiálem pro konstrukci krytů ocelové plechy o tloušťce 2 až 3 mm. Jejich použití však není dostačující v případě velkých konstrukcí z důvodu poddajnosti nebo v případě požadavků na velké rychlosti a zrychlení pohybu kvůli velké hmotnosti a s tím souvisejícím nárůstem setrvačných sil. V těchto případech je vhodné použít alternativní materiály. [22]

V současné době se stále více zkouší materiály z různých typů lehkých sendvičových materiálů plněných plasty, kovovými pěny nebo strukturami. Právě tyto materiály mají potenciál splnit požadavky některých extrémních aplikací. Ale z důvodů velké náročnosti na opracování, jsou tyto materiály značně drahé. [22]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 32
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

7. Závěr

V průběhu práce na mé bakalářské práci jsem zjistil, že nejčastější ochranná zařízení používaná při konstrukci obráběcích strojů jsou ochranné kryty, které jsou vyráběny převážně z ocelových plechů, které jsou stále více nahrazovány nebo doplňovány různými materiály, jako jsou voštinové jádra, nebo sendvičové plechy. Na méně odolné, zato lehčí tudíž použitelné pro vyšší posuvové rychlosti, se používá tkanina nebo různé syntetické materiály.

Nejpoužívanější ochranné kryty jsem roztřídil podle jejich funkce a možnosti použití, dále jsem uvedl popis a možnost aplikace u jednotlivých konstrukčních řešení vnitřního i vnějšího krytování.

Normy týkající se ochranných krytů obráběcích strojů jsou sjednocovány s evropskými normami a kladou velké požadavky na bezpečnost při práci, což je důležité zvláště u vnějšího krytování. Oplechování strojů musí sloužit především k ochraně osob pohybujících se v blízkosti strojů a v zamezení přístupu člověka do nebezpečných částí stroje. Jako nebezpečí lze chápat odstřikující chladící kapalinu, odletující žhavé třísky, hluk způsobený vysokorychlostním obráběním a další. Prioritou samozřejmě zůstává, aby v případě havárie oplechování zabránilo ohrožení okolí i obsluhy stroje, což je důvod značného používání masivních plechů, které odolají značně většímu zatížení, než lehčí materiály. Aby tomuto zabránily, musí kryty projít zkouškou nárazem, při podmínkách stanovených normami, aby byla zaručena bezpečnost i při uvolnění obrobku nebo nástroje, které mohou mít značnou rychlost i kinetickou energii. Touto zkouškou musí kryty projít s minimálním předepsaným poškozením.

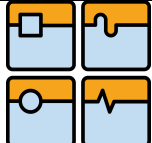
V dnešní době je kladen stále větší důraz na design i ergonomii strojů a tudíž na vnější kryty neboli kapotáž. Ta musí být kombinována s posuvnými kryty případně dvířky, aby bylo umožněno upnutí co možná největších obrobků popř. dobrý přístup do pracovního prostoru stroje při opravách a seřizování. Praktické je vybavovat posuvné kryty a dvířka průzory, díky kterým může obsluha stroje kontrolovat plynulost obráběcího procesu, nejlépe těmito průzory doplnit i další části kapotáže. Je nutné mít na paměti, že tyto průzory ať už budou z tvrzeného skla, neprůstřelného plexiskla, či jiného průhledného materiálu, budou nejméně odolné části krytu, a proto se při zkouškách musí projektil vystřelit právě proti těmto místům, aby bylo garantováno, že kryt bude splňovat bezpečnostní požadavky.

Dále je třeba věnovat pozornost správné volbě vnitřních, neboli pohyblivých krytů. Tyto kryty musí efektivně ochránit funkční části stroje, jako je vedení, lineární pohony a jemné mechanismy, proti vniknutí nečistot, třísek a řezné kapaliny a udržovat tak stroj funkční se stálou přesností výroby. Tyto kryty musí být voleny uvážlivě, aby nepřetěžovaly pohony, ale zároveň odolávaly žhavým třískám i agresivním chladícím kapalinám.

S vývojem výkonnějších obráběcích strojů, je nutné vyvíjet také ochranné kryty. Snaha výrobců směřuje k vývoji lehčích materiálů, které budou co nejméně ovlivňovat dynamiku stroje i při vysokých posuvových rychlostech a zároveň nebudou prostorově náročné, ale dostatečně odolné, aby maximálně ochránil vnitřní části stroje. Nevýhodou moderních materiálů s dobrými vlastnostmi, je jejich vysoká výrobní cena, proto se zatím využívají jen zřídka.

8. Použitá literatura

- [1] MAREK, J. a kol.; *Konstrukce CNC obráběcích strojů*. Odborná monografie vydaná formou speciálního vydání časopisu MM Průmyslové spektrum. Praha: MM publishing s.r.o., 2006. 284 s. ISSN 1212- 2572.
- [2] Norma ČSN EN 12417+A2 *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů - Obráběcí centra*, ÚNMZ Praha, 2011
- [3] Katalog firmy HESTEGO s.r.o. [online]. [cit. 2010-10-12]. Dostupný z WWW: <http://www.hestego.cz/index.php?menu=produkty.teleskopicke_kryty>
- [4] Katalog firmy Tos VARNSDORF a.s. [online]. [cit. 2010-09-15]. Dostupné z WWW: <http://www.vaeprosyst.cz/Dokumentace/Elektronocke_pristroje/Prospekt_C570_CZ.pfd>
- [5] Katalog firmy Tos VARNSDORF a.s. - TOStec PRIMA [online]. [cit. 2010-09-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.tosvarnsdorf.cz/cz/produkty/horizontalni-obrabeci-centra/prima/krytovani-stroje.html>>
- [6]] Katalog firmy HESTEGO s.r.o. [online]. [cit. 2010-10-12]. Dostupný z WWW: <http://www.hestego.cz/fileadmin/user_upload/produkty/roletove_kryty_cz.pfd>
- [7] Norma ČSN EN ISO 13857 *Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečné vzdálenosti k zamezení dosahu k nebezpečným místům horními a dolními končetinami*. ÚNMZ Praha, 2011
- [8] TOS VARNSDORF a.s. [online]. [cit. 2010-09-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.tosvarnsdorf.cz/cz/produkty/horizontalni-obrabecicentra/prima/krytovani-stroje.html>>
- [9] HUDEC Jan, SULITKA Matěj. *Krytování, kapotáže, design a ergonomie strojů*, Odborný článek dostupný z WWW: <http://www.czspos.cz/akce/20100225.emo2009/18_krytovani-kapotaze-design_a_ergonomie_stroju.pdf>
- [10] Katalog firmy FERMAT CZ s.r.o. [online]. [cit. 2010-11-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.fermatmachinery.com/cs/9-obrabeci-centra>>
- [11] Katalog firmy FERMAT CZ s.r.o. [online]. [cit. 2010-11-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.fermatmachinery.com/cs/11-cnc-soustruhy>>
- [12] HAMPL, Štěpán; KNOFLÍČEK, Radek. *Vlastnosti a konstrukce krytování pohyblivých částí obráběcích strojů*. MM Průmyslové spektrum. 2005, 11, s. 54-56. Kód článku: 051115. ISSN :1212-2572.
- [13] HAMPL, Štěpán, VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství. *Parametry krytů vedení obráběcích strojů*. Vyšlo v MM 2006 / 7, 2006, 7, v rubrice Výroba / Obrábění, strana 68. Kód článku: 060706.
- [14] HUDEC, Jan, MAŠEK, Jan, VOSOLSOBĚ, Josef, VCSVT ČVUT v Praze, Hestego. *Virtuální modelování krytování obráběcích strojů*. Vyšlo v MM 2010 / 12, 2010, 12, v rubrice Trendy / Obrábění, strana 38, Kód článku: 101229.
- [15] Katalog firmy HESTEGO s.r.o. [online]. [cit. 2010-10-12]. Dostupný z WWW: <http://www.hestego.cz/fileadmin/user_upload/produkty/teleskopicke_kryty/teleskopicke_kryty_CZ_upravy_2008_08_05.pdf>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 34
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

- [16] Katalogy firmy HESTEGO s.r.o. [online]. [cit. 2010-10-12]. Dostupný z WWW:
<<http://www.hestego.cz/produkty/kryci-mechy/>>
- [17] Katalog firmy P.E.I [online]. [cit. 2011-02-07]. Dostupný z WWW:
<<http://www.veemtrading.cz/katalogy/pei/P.E.I.-kompletni-katalog.pdf>>
- [18] HAMPL Štěpán, VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství. *Parametry krytů vedení obráběcích strojů*, Vyšlo v MM 2006 / 7, 2006, 6. v rubrice Výroba / Obrábění, strana 68. Kód článku: 060706
- [19] Katalog firmy KABELSCHLEPP SYSTEMTECHNIK spol. s r. o. [online]. [cit. 2011-04-09]. Dostupný z WWW: <http://kabelschlepp.de/sk/html_sk/fuf/abstreif.php>
- [20] Katalogy firmy HESTEGO s.r.o. [online]. [cit. 2010-10-12]. Dostupný z WWW:
<http://www.hestego.cz/produkty/clankove_zasteny/>
- [21] Katalog firmy HENNLICH Indust. spol. s.r.o. [online]. [cit. 2011-03-02]. Dostupný z WWW: <[httpdata.quasar.cz/HENNLICHweb_krytovani_krytovani_katalog_lr_all.pdf](http://data.quasar.cz/HENNLICHweb_krytovani_krytovani_katalog_lr_all.pdf)>
- [22] HUDEC Jan, KOLÁŘ Petr, VOSOLSOBĚ Josef. *Inovace v oblasti krytování pohybových os obráběcích strojů*, vyšlo v MM 2009 / 12, 2009, 12, v rubrice Trendy / Obrábění, strana 36, Kód článku: 091205
- [23] Norma ČSN EN ISO 12100 - 1 *Bezpečnost strojních zařízení – základní pojmy a všeobecné zásady pro konstrukci – část 1: základní terminologie, metodologie*, ÚNMZ Praha, 2011
- [24] Norma ČSN EN ISO 12100 – 2 *Bezpečnost strojních zařízení – základní pojmy a všeobecné zásady pro konstrukci – část 2: technické zásady*, ÚNMZ Praha, 2011
- [25] Norma ČSN EN ISO 14121-1 *Bezpečnost strojních zařízení – Posouzení rizika – Část 1: Zásady*, ÚNMZ Praha, 2011
- [26] Norma ČSN EN 953 + A1 *Bezpečnost strojních zařízení – Ochranné kryty – Všeobecné požadavky pro konstrukci a výrobu pevných a pohyblivých ochranných krytů*, ÚNMZ Praha, 2011
- [27] Norma ČSN EN 13128+A2 – *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Frézky (včetně vyvrtávaček)*, ÚNMZ Praha, 2011
- [28] Norma ČSN EN ISO 23125 *Obráběcí stroje – Bezpečnost – Soustruhy*, ÚNMZ Praha, 2011
- [29] Norma ČSN EN 12717 *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů - Vrtačky*, ÚNMZ Praha, 2011
- [30] Norma ČSN EN 13218+A1 – *Obráběcí a tvářecí stroje – Bezpečnost – Pevně umístěné brusky*, ÚNMZ Praha, 2011
- [31] KUČERA Václav. *Někde jsme i napřed. Mechanická nebezpečí u obráběcích strojů z pohledu evropských norem*. Technik, 2003, 9, str. 22 – 23. Dostupný z WWW:
<http://www.bozpinfo.cz/knihovna-bozp/citarna/clanky/technicka_bezpecnost/obrabeci_stroje030929.html>